

Revue Internationale de

systemique

Vol. 1, N° 3, 1987

afcet

Dunod

AFSCET

Revue Internationale de
systemique

Revue
Internationale
de Sytémique

volume 01, numéro 3, pages 295 - 318, 1987

Les nouvelles sciences sont bien des sciences
Repères historiques et épistémologiques

Jean-Louis Le Moigne

Numérisation Afscet, décembre 2015.



Creative Commons

A. PEREZ (1983) : Probability approach in integrating pieces of knowledge for medical decision making (in czech). In : Transactions BMF'83 — Conference on biomedical engineering, Marianske, Lazné, october 1983, 221-226.

A. PEREZ (1984) : Barycenter of a Set of Probability Measures and its Application in Statistical Decision. Proceedings COMPSTAT 1984, Physica-Verlag, Wien, 154-159.

A. PEREZ (1985) : Information theoretic approach to expert systems. In : Open Problems of the Second Joint Swedish-Soviet International Workshop on Information Theory, Gränna 1985, 19-22.

A. PEREZ, and R. JIROUSEK (1985) : Constructing an Intensional Expert System (INES). In : Medical Decision Making : Diagnostic Strategies and Expert Systems, Elsevier Science Publisher (North-Holland), IFIP-IMIA, 1985, 307-315.

P. HAJEK (1985) : Combining functions for certainty degrees in consulting systems. Inter. J. Man-Machine Studies, 22 (1985), 59-76.

A. PEREZ (1986) : The Barycenter Concept of a Set of Probability Measures as a Tool in Statistical Decision. In : Proceedings of the IV. Vilnius Conference on Probability Theory and Mathematical Statistics Vilnius 1985, VNU Science Press, Utrecht, 1986, Vol. II, 437-450.

R. JIROUSEK and A. PEREZ (1986) : A Partial Solution of the Marginal Problem. In : Trans. 10th Prague Conference on Information Theory (1986), Academia 1987.

M. STUDENY (1987) : The concept of multiinformation in probabilistic decision making. Candidate's dissertation, UTIA CSAV, Prague.

A. PEREZ (1987) : The Maximal Entropy Principle and the Barycenter Approach in Knowledge Integration. Presented at the Third Joint USSR-Swedish International Workshop on Information Theory, May 1987, Sochi (USSR).

LES NOUVELLES SCIENCES
sont bien des Sciences
Repères historiques et épistémologiques

Jean-Louis LE MOIGNE

Université d'Aix-Marseille III *

Résumé

A partir de 1948, foisonnent de nombreuses nouvelles disciplines scientifiques, telles que la Cybernétique, l'Informatique, les Sciences de la Communication, de l'Organisation, de la Décision, de la Cognition, la Systémique, et plus récemment les sciences de l'Autonomie et de la Complexité. Ces nouvelles sciences qui ne sont pas toutes encore pleinement acceptées par les Institutions Scientifiques contemporaines, peuvent-elles légitimement prétendre au même statut scientifique que les sciences classiques (qui furent, elles aussi nouvelles autrefois) ? Ne risquent-elles pas de devenir bientôt des pseudo-sciences ? On propose de repérer les conditions d'émergence et d'institutionnalisation de ces nouvelles sciences contemporaines en s'efforçant de reconnaître leur mode de connaissance critique et leur capacité à produire et à valider des énoncés enseignables.

Cette discussion historique permet de mettre en évidence la progressive construction d'un discours épistémologique fondateur explicitement différent du discours positiviste et post-néo-positiviste qui prévalait jusqu'ici pour fonder les sciences classiques : l'épistémologie constructiviste et la nouvelle Rhétorique.

On argumente succinctement sa pertinence, sa généralité et son urgence pour la Science et donc pour toutes les disciplines scientifiques contemporaines. On souligne l'effet catalytique de l'émergence de la Systémique à partir de 1970 dans ce développement épistémologique contemporain. On conclut en soulignant l'actualité des sciences fondamentales de l'ingénierie, sciences de

* Faculté d'Economie Appliquée, GRASCE, (CNRS 935), 3 Avenue R. Schuman, 13100 Aix-en-Provence, France.

l'artificiel, sciences de «l'Ingénium» selon G.B. Vico, l'auteur de la *Scienza Nuova* en 1725.

Abstract

Since 1948, many new scientific disciplines are emerging, such as Cybernetics, Computer sciences, communication and information sciences, decisions sciences, cognitive sciences, and even sciences of complexity and sciences of autonomy. These new sciences are not all fully accepted by contemporary scientific Institutions : Have they the same scientific status, that the so called classical sciences (which were also «new» one or two centuries ago) ? The aim of this article is to discuss the historical conditions of the development of those «new sciences», and to identify the *critical process of knowledge building and knowledge validating*. Through this discussion, it appears that a *different epistemological discourse* has to be reconsidered and redesigned : the familiar *post-neo-positivist epistemology*, on which were based the classical sciences since a century, is perhaps not the unique epistemological foundation of any science. The *constructivist epistemology and the new Rhetoric* can establish some correct basis for justifying the scientific character of many disciplines. The catalytic influence of the development of *systemics* or the *science of systems* of this epistemology is highlighted. It reveals the necessity of some *fundamental engineering sciences*, which can no longer remain considered as only «*applied*» *classical sciences* : we recognize the *sciences of the Artificial*, the *sciences of Design*... when we remember the *Scienza Nuova* presented by G.B. Vico in 1725 : *the Sciences of the «Ingénium»*.

Les *Nouvelles Sciences* sont-elles des sciences ? Tautologie répondra-t-on : si les mots ont un sens, il faut bien que les *nouveaux philosophes* soient présumés être aussi des philosophes et les *néo-positivistes* être aussi des positivistes !

L'analogie pourtant ne suffit pas à rassurer.

Respectabilité académique ?

Tout d'abord parce que si les nouvelles sciences sont véritablement des sciences comme les autres, les institutions publiques de la Recherche Scientifique, en Europe au moins, tardent manifestement à en convenir : Cybernétique et Systémique, Sciences de l'Organisation et de la Décision, Sciences de la Cognition et de la Communication ne présentent que rarement les attributs d'une respectabilité académique dont s'enorgueillissent les sciences de la Matière, de l'Espace ou de la

Vie, et que les sciences de l'Homme et de la Société acquièrent bien difficilement encore. Peu de chaires universitaires et pas de sections disciplinaires dans les Comités Nationaux de la Recherche Scientifique. Les Sciences de l'Education et de l'Information, ou depuis peu, l'Architecturologie, accèdent parfois à quelque reconnaissance institutionnelle, mais on leur fait habituellement comprendre qu'elles sont de lointaines et pauvres parentes qui ne concourent pas encore à l'image glorieuse de la belle famille scientifique.

L'Informatique et les sciences de la Computation n'ont pu s'infiltrer dans l'édifice qu'à l'abri des Mathématiques, de l'Analyse Numérique et de la Physique électronique, et elles ont encore bien des difficultés à faire accepter par leurs puissants tuteurs leur vive sympathie pour les nouvelles logiques ou pour la linguistique !

Nouvelles Sciences et Pseudo-sciences

Mais aussi parce que l'histoire des sciences révèle bien des *ex-nouvelles sciences* qui ne devinrent jamais des sciences, même si elles subsistent dans les catalogues de nos académies, (sous la rubrique *article épuisé*, il est vrai !) Ne faut-il pas évoquer un instant l'engouement des communautés scientifiques dans les années 1830, pour la naissante *Phrénologie* : une *nouvelle science* qu'il faisait son objet d'une correspondance présumée explicative entre *la forme du cerveau et du crâne et les instincts, les penchants, les talents et les dispositions morales et intellectuelles des hommes et des animaux*. Le grand Broussais ne fonda-t-il pas en 1832 une *Société Parisienne de Phrénologie*, à la mort du fondateur F.J. Gall (1757-1828), lequel connut nombre de disciples et d'admirateurs, déjà préparés par les *Fragments de physiognomie* (1778) de J.C. Lavater (1741-1801).

On dit sans doute de la Phrénologie qu'elle est aujourd'hui une *pseudo-science*, et Hegel fut, dès 1807, un des rares contemporains à déceler l'inanité de l'enseignement de F. Gall qu'il avait entendu à Iéna. Mais A. Comte comme Broussais se flattait d'avoir reconnu l'importance de cette *nouvelle science*... dont certains dictionnaires contemporains assurent qu'elle *fonde la psychologie moderne*¹. L'utilité sociale de la phrénologie pouvait-elle être contestée ? Si par palpation

1. L'argument par lequel la phrénologie fut enfin tenue pour une pseudo-science vers la fin du XIXe siècle est au demeurant épistémologiquement inquiétant : ce n'est pas parce que «la prédétermination des penchants d'un être humain au vice et au crime» était tenue pour un axiome contestable. Mais parce que «l'interposition des méninges et du liquide céphalo rachidien entre la boîte crânienne et les circonvolutions cérébrales» rend peu plausible une correspondance entre la forme du crâne et celle du cerveau. Faudrait-il en conclure que sans cette «interposition» la science aurait pu prétendre déterminer par palpation du crâne, la prédisposition au génie ou au crime de tous les êtres humains ?

du crâne on pouvait déterminer les *penchants au vice et au crime* de tel sujet et *la grande mémoire et intelligence* de tel autre, ne pouvait-on justifier des contrats de recherche au moins aussi conséquents que ceux que revendiquent aujourd'hui l'Informatique ou les Sciences de la Communication ? La plupart des chercheurs qui contribuent aujourd'hui au développement des *nouvelles sciences* tiendront pour incongru ou pour désobligeant ce parallèle entre l'histoire de la Phrénologie et celle de l'Informatique (... ou de la Systémique). On va dans un instant leur donner raison, mais n'importe-t-il pas de discuter précisément de ces raisons ?

Produire et valider des énoncés enseignables ?

Car l'histoire de la Phrénologie justifie la suspicieuse prudence des Institutions Scientifiques : avant d'accueillir à bras ouvert les *nouvelles sciences*, il leur importe de vérifier scrupuleusement qu'elles sont bien des sciences, autrement dit des *connaissances suffisamment disciplinées pour être enseignables*. Les arguments utilitaristes classiques (*mais puisque ça marche !*) sont ici bien peu convaincants : faut-il rappeler qu'une analyse graphologique *scientifique* (et acceptée comme telle à l'époque par la communauté scientifique) avait permis de *démontrer* la culpabilité du capitaine Dreyfus et l'innocence d'Esterhazy !...

Dès lors qu'une *nouvelle science* se veut science, ne doit-elle pas être en mesure d'argumenter son propre dossier devant ses nouvelles consœurs ? Celles-ci savent bien qu'il est au moins un critère qui les rassure, aussi contingent soit-il : *une science, nouvelle ou pas, doit être capable de produire des énoncés enseignables dans la culture qui la porte*. Puis-je confesser que la nécessité de cette réflexion m'est apparue plus intensément encore lors d'un débat récent sur l'enseignement de la Systémique ? Si la Science des Systèmes pour nouvelle qu'elle soit se veut science tout autant que la Science de la Communication par exemple, elle doit être enseignable, assurai-je : la plupart de mes interlocuteurs s'effrayaient aussitôt, m'assurant que ce dont ils voulaient débattre était la façon systémique d'enseigner (... autre chose) et non pas l'enseignement de la Systémique, laquelle peut-être n'était pas assez disciplinée pour être enseignable : cette crainte ne dissimulait-elle pas quelque laxisme épistémologique dont peuvent s'inquiéter les académies ? Et si les systémiciens ne savaient pas quel *savoir valide* la Science des Systèmes nous invitait à enseigner, ne méritent-ils pas d'être tenus pour des charlatans ? Comme j'avais déjà rencontré la même dérobade devant des questions de ce type concernant les enseignements de l'Informatique, de la Gestion, de l'Intelligence Artificielle, de la Recherche Opérationnelle et de la Cybernétique, je suggère que nous ne

nous abritions plus derrière des formules passe-partout du genre : *ce n'est pas une science, c'est un art* ou *on n'enseigne pas un état d'esprit*, ni *nous faire le coup des disciplines carrefours*, qui seraient légitimées ipso facto par le statut des disciplines qu'elles fédèrent bien lâchement !

Relever le défi épistémologique à la loyale

Esquiver fut-ce au nom du pragmatisme, une discussion sérieuse du statut proprement disciplinaire et scientifique d'une nouvelle science, n'est-ce pas convenir implicitement de sa légèreté scientifique ? Si l'on veut convaincre la Société au service de laquelle on souhaite développer et enseigner ces nouvelles connaissances, de l'intérêt pour elle de financer des recherches dans ce domaine, ne se doit-on pas d'en assurer d'abord la discipline intellectuelle interne ? Exercice de probité élémentaire : si l'on n'y parvenait pas, pourrions-nous sincèrement continuer à mobiliser la Recherche Scientifique au profit conscient d'une idéologie partisane ou contingente ?

Il importe certes que le débat soit loyal et les arguments entendus avant le jugement ; on doit garder mémoire de la cruelle erreur de la politique scientifique Britannique qui condamna sans appel, il y a une quinzaine d'années, les recherches en Intelligence Artificielle pour *non scientificité* : le « Rapport Lighthill » était lui même bien mal argumenté, et les « défenseurs » ne furent pas écoutés. Mais dans son principe, le droit de la Société à s'assurer de la *discipline intellectuelle* d'une nouvelle science semble peu contestable, l'affaire Lyssenko le confirme a contrario.

La Science mode de connaissance critique

Appréhension légitime de la substitution du mythe (Astrologie ou Phrénologie...) à la Science (Astronomie ou neuro-psycho physiologie), comme l'interprète de façon bien restrictive H. Atlan², nécessité tactique de quelque forme de reconnaissance par les institutions politiques et scientifiques, obligation stratégique et morale d'une validation de l'enseignabilité des énoncés produits par toute science... tout incite les tenants des *nouvelles sciences* contemporaines à une réflexion épistémologique rigoureuse. Le défi est sans doute plus exigeant que pour les tenants des *sciences établies*, lesquelles s'autodéfinissent par leur do-

2. H. Atlan : « A tort et à raison, Intercritique de la Science et du Mythe », 1986, Ed. du Seuil, Paris. Les connaissances raisonnées qu'H. Atlan tient pour scientifiques excluent implicitement toutes les nouvelles sciences contemporaines : s'il mentionne les *sciences de l'information* qui viennent de s'ajouter (p. 13) à l'édifice, il ne nous dit pas à laquelle des trois composantes de la Science il les rattache hormi *« les sciences physiques, les sciences du vivant et les sciences de l'homme, aux intérêts et aux enjeux différents »*, il ne saurait, semble-t-il y avoir de sciences. Au-delà la place serait aux mythes ?

maine et leurs méthodes d'exploration (définition souvent si restrictive qu'elle interdit toute novation : on est surpris de lire, en 1986, sous la plume d'H. Atlan que *le réductionnisme de méthode est indispensable à la pratique scientifique* (je souligne)³). Ces dernières sont tenues à une démarche réflexive qui n'a pas à être aussi et en même temps, *prospective*, à la différence des nouvelles sciences, pour reprendre une distinction de J. Ladrière qui va éclairer de façon décisive notre réflexion (on la reproduit ici en encadré : elle a pour nous le mérite de proposer une définition peu contestée de la science)⁴. Mais précisément l'exigence du défi stimule la qualité de la recherche scientifique et donc ses capacités innovatrices et immunologiques : les conditions de non-infection par les pseudo-sciences et par les mythes ne pourraient-elles pas faire l'objet d'étude de cette *nouvelle science* qu'est l'immunologie ?

Une définition contemporaine de la Science

«En première approximation, on pourrait dire que la science est un mode de connaissance critique. Le qualificatif «critique doit être entendu ici en un double sens :

– il indique d'une part que la science exerce un contrôle vigilant sur ses propres démarches et met en œuvre des critères précis de validation ;

– d'autre part, qu'elle élabore des méthodes qui lui permettent d'étendre de façon systématique le champ de son savoir.

La démarche scientifique est à la fois réflexive et prospective...».

J. Ladrière⁴

1638 : «Le Discours sur deux Nouvelles Sciences», de Galilée

Les *nouvelles sciences* ne sont nouvelles qu'à leur apparition. Qui tient encore pour nouveau le «*Discours sur deux sciences nouvel-*

3. H. Atlan, loc. cit., 1986, p. 15.

4. Jean Ladrière : Article «Sciences - Sciences et discours rationnels» dans *Encyclopedia Universalis* vol. 14, p. 754 (1968-1975). Cette définition de la science comme un mode de connaissance critique autorise mieux notre réflexion que la définition des «classiques» : «Ensemble de connaissances d'études d'une valeur universelle caractérisé par un objet et une méthode déterminée et fondée sur des relations objectives vérifiables» : la définition de J. Ladrière qui englobe et dépasse, sans la rejeter cette définition classique, nous épargne le long détour de sa justification.

les»⁵ qui établissait en disciplines scientifiques désormais classiques, la Mécanique et la Résistance des Matériaux. Un *Discours* que Galilée achevait en 1638, cinq ans après sa condamnation (comme peut-être bien d'autres *nouvelles sciences*, si elles ne furent pas interdites et bannies sur le champ, ce fut, assurent les historiens⁶, parce que les tenants des *sciences normales* d'alors, les théologiens ne les comprirent pas).

1708-1725, «La Méthode» et la «Scienza Nuova» de G.B. Vico

En revanche, il est vrai la *Scienza Nuova* que G.B. Vico publiait à Naples entre 1725 et 1744, un siècle après le *Discours sur deux nouvelles sciences* apparaît aujourd'hui encore comme si singulièrement nouveau que la plupart des juristes, des historiens ou des philologues français contemporains s'étonnent de découvrir cet *éternel précurseur*. Il reste que la puissance symbolique de la grande œuvre du pathétique penseur napolitain demeure telle, que nul ne fut surpris lorsque Edgar Morin en appela à *La Scienza Nuova* pour illustrer le *projet des nouvelles sciences contemporaines, sciences de la complexité, sciences de l'autonomie*. (Ne doit-on pas à G.B. Vico ce principe que Michelet qualifiait d'héroïque : «*L'humanité est son œuvre à elle-même*» qui deviendra le principe fondateur de la constitution des Etats-Unis d'Amérique puis de la plupart des démocraties !) – («*We hold these truths as self evident that...*»). Mais peut-être n'a-t-on pas encore perçu la formidable innovation épistémologique proposée par G.B. Vico contestant explicitement *l'analyse réductionniste cartésienne et fondant la construction de la connaissance scientifique sur les sciences du génie (l'Ingénium)* et non sur les sciences d'analyse : «*Et que dire du fait que, après que l'analyse se fut répandue* – écrit-il en 1708, un demi-siècle après la diffusion en Occident du «*Discours de la Méthode*» – *les auteurs d'inventions mécaniques nouvelles et merveilleuses l'ont entièrement dédaignée, et que ceux qui se sont efforcés d'inventer quelque chose en se fiant à la seule analyse n'y sont pas parvenus ?*»⁷

5. Galilée : «Discours et démonstrations mathématiques concernant deux nouvelles sciences se rapportant à la mécanique et au mouvement local» est édité en italien en pays protestant à Leyde, par les Elzevir en 1638. L'ouvrage est souvent présenté comme le «*Dialogue sur les Nouvelles Sciences*».

6. L. Geymonat : «Galilée», 1957, traduit de l'italien en 1968. Réédition aux éditions complexe, Bruxelles, en 1983 (p. 288).

7. Gianbattista Vico : «*Vie de Gianbattista Vico* écrite par lui-même suivie de «*Lettres*» et de «*La méthode des études de notre temps*». Présentation, traduction et notes, par Alain Pons. Ed. Grasset, Paris, 1981, p. 235. La présentation d'Alain Pons est remarquable. Je voudrais souligner l'importance de sa discussion de la difficile traduction française du mot «*ingenium*», que G.B. Vico oppose à l'analyse cartésienne : science et art de l'invention, capacité mentale qui permet de relier des choses séparées ou de discerner les relations entre les choses (cf. p. 199). J'y ai retrouvé, mes propres hésitations à traduire, en 1973, le concept

Propos iconoclastes, aujourd'hui encore, pour tant de mécaniciens qui ne veulent pas convenir que le *Discours sur deux Nouvelles Sciences* de Galilée parut la même année que le *Discours de la Méthode* de René Descartes, et que le fondateur officiel de la mécanique expérimentale moderne ne pouvait donc pas s'aider de l'analyse cartésienne s'il le pouvait du génie de Léonard de Vinci. Au risque d'un cliché déjà trop utilisé, n'est-on pas tenté de tenir G.B. Vico pour un précurseur tellement précurseur qu'il l'est encore, à la fin du XXe siècle, des nouvelles sciences du moment ?

1948 : N. Wiener, C. Shannon, H.A. Simon

De ces nouvelles sciences contemporaines, il faut pourtant évoquer succinctement l'émergence pour repérer les traits de leur novation. La Chimie (qui crée son objet assurait Marcellin Berthelot), la Sociologie (depuis Durkheim) ou la Linguistique (depuis Saussure) furent sans doute *nouvelles sciences* au XIXe siècle. Mais leur assimilation par le système des sciences normales et l'épistémologie institutionnelle⁸, qui l'assure, est aujourd'hui acquise : on ne s'interroge plus sur leur capacité potentielle à produire des énoncés enseignables. En revanche toutes les disciplines scientifiques que l'on tient aujourd'hui pour *nouvelles*, en ceci qu'elles n'ont pas encore, sauf exceptions mineures, droit de cité explicite au sein des institutions académiques, toutes sont apparues – et perdurent, parfois avec vitalité – depuis 1948, la *science des machines* (ou *mécanologie*) fut annoncée par son fondateur J. Lafitte entre 1919 et 1932⁹ mais elle n'eut pas même le temps de devenir nouvelle malgré l'actualité des thèmes du machinisme au début du siècle. En revanche, en 1948, apparaissent quasi simultanément au moins trois nouvelles sciences dont on souligne volontiers encore, quarante ans plus tard, le sérieux disciplinaire et les ressources potentielles : la *cybernétique* ou *science de la communication et de la commande* (N. Wiener), la *Science de la Transmission et du Traitement du*

suite de la note 7 :

anglo saxon de «*Science of design*» introduit par H.A. Simon en 1969 (cf. note (23)) par une expression telle que «*Science de l'ingénierie*» (cf. ma postface à la traduction française parue en 1974). De la pensée de G.B. Vico à celle d'H. Simon, il m'apparaît ainsi une filiation dont la compréhension peut éclairer le discours épistémologique de la science contemporaine.

8. Le concept essentiel pour notre propos d'épistémologie institutionnelle est introduit et richement développé par C. Salomon - Bayet dans «*L'Institution de la Science et l'Expérience du Vivant*», Ed. Flammarion, Paris, 1978. Une lecture presque indispensable pour «*la compréhension de l'émergence et du développement des (nouvelles) sciences aujourd'hui*».

9. Jacques Lafitte «*Réflexions sur la science des machines*», 1932, réédition Ed. J. Vrin, 1972 – avec une préface de J. Guillaume – J. Guilbaud dans son essai de 1954 sur la Cybernétique, mystérieusement censuré en 1958 par la collection «*Que sais-je*» des PUF, mentionnait J. Lafitte comme un des pionniers possibles de la cybernétique contemporaine.

Signal et de l'Information (C. Shannon et W. Weaver), la *Science des Processus de Décision Opérationnelle* (la *Recherche Opérationnelle* puis H.A. Simon). Cette conjonction sans doute exceptionnelle fut perçue comme telle par quelques observateurs attentifs en particulier par W. Weaver qui annonçait presque explicitement l'apparition de ces trois nouvelles sciences dans un article étonnant qu'Edgard Morin nous a fait découvrir trente ans plus tard : sous le titre – essentiel pour notre propos – «*Science et Complexité*»¹⁰, W. Weaver soulignait à la fois l'absolue nécessité sociale d'une remise en question de la vocation de la Recherche Scientifique (ne pas se confiner dans les perfectionnismes des mécaniques rationnelles et statistiques, mais pénétrer dans l'immense entre-deux qu'il appelait la *complexité organisée*), et l'importance corrélatrice de l'émergence de ces trois nouvelles sciences : le projet n'est pas absurde puisque déjà les premiers résultats sont disponibles !

La cybernétique peut-elle être une science positive ?

Ces résultats constituaient-ils pourtant des énoncés disciplinés et enseignables ? La question à l'époque ne fut guère posée. Les sollicitations de l'actualité, la conviction alors universelle de la corrélation Science-Progrès technique, le prestige international de quelques mathématiciens éminents tels que J. von Neumann ou N. Wiener qui associaient volontiers leurs noms à ces nouvelles disciplines, autant d'arguments qui incitèrent à oublier ou à reporter à des périodes moins trépidantes l'épreuve de vérité par laquelle ces nouvelles sciences pourraient être reconnues comme disciplines scientifiques à part entière par les institutions scientifiques.

Rares furent alors les épistémologues ou les académies qui s'étonnèrent du fait que ces nouvelles sciences ne se définissaient pas par leur objet *positivement* observable : l'Information, la Décision, la Communication, la Commande, la Computation, autant de concepts abstraits que l'expérience physique ou l'observation biologique ne savaient guère identifier par le truchement rassurant de l'expérience sensible. On se rassurait sans doute en s'abritant derrière la majesté scientifique des Mathématiques, habilitées, elles, à tenir pour objet de connaissance les concepts abstraits qu'elles veulent bien considérer. Mais nul ne vérifiait l'agrément des Mathématiques institutionnelles à supporter des disciplines qu'elles ne connaissaient que peu et qu'elles tenaient pour

10. W. Weaver, «*Science and Complexity*» – dans «*American Scientist*», 1948, vol. 36, pp. 536-544. Ce texte est donc contemporain de la longue et importante introduction que W. Weaver rédigeait pour introduire la théorie mathématique de la Communication de C. Shannon. Les deux articles, celui de W. Weaver et celui de C. Shannon sont depuis souvent présentés comme «*la théorie de l'information*», due conjointement à C. Shannon et W. Weaver.

clientes de leur filiale «grand public» : les Mathématiques Appliquées.

Un flou épistémologique entretenu

Les épistémologues de profession, qui auraient pu, et peut-être dû attirer l'attention sur la légèreté épistémologique de ces nouvelles disciplines, ne semblent guère s'en être inquiétés : leur mission assument-ils toujours, n'est pas de censurer mais de décrire et de comprendre les processus de production de la connaissance. C'est ainsi que l'on verra les très austères «*Etudes philosophiques*» consacrer en juin 1961 un dossier à la *cybernétique* en donnant audience aux cybernéticiens mais sans les interroger et sans les inviter à quelque réflexion critique : la reproduction, en guise d'introduction, d'un article indiscutablement épistémologique de N. Wiener, A. Rosenblueth et J. Bigelow¹¹ datant de 1943, ne précisait pas que leur thèse avait été sérieusement attaquée par R. Taylor quelques années après, dans la même revue américaine de philosophie des sciences¹². Si bien que, lorsque vers 1970, le philosophe américain H. Dreyfus se fera une notoriété facile par un procès d'intention malveillant et stérile contre l'Intelligence Artificielle, une des toutes premières nouvelles sciences (née en 1956)¹³, on pourra s'interroger sur les raisons d'un si long silence ! D'autant plus qu'il se trompait de cible, adressant à l'Intelligence Artificielle des objections épistémologiques destinées sans doute à une neuro-cybernétique qui se voulait très positiviste. Il reste, que dans ce flou épistémologique, entre 1948 et 1968, la Cybernétique, la Science du Traitement du Signal et de l'Information (cette dernière allait, en France, devenir vers 1965, l'Informatique) et même, bien que plus modestement la Recherche Opérationnelle (qui allait parfois devenir vers 1970, l'Analyse de Système), parvinrent à s'insérer de facto, et parfois de jure, dans les institutions scientifiques. Les dictionnaires en prennent acte qui élisent en 1965 la Cybernétique au rang des deux cent dix *principales sciences, entre la Cryoscopie et la Cytologie... loin donc, dans l'ordre alphabétique, de la Phrénologie,*

11. «Comportement, Intention et Téléologie» traduction de J. Piquemal. On pourra se reporter à une note de A. Demailly et J.L. Le Moigne sous le titre «Actualité de la Téléologie», publiée dans le n° 2 de la R.I.S. pour une discussion de l'importance historique de ce texte d'archive (publié dans la R.I.S. n° 1).

12. On trouve les pièces du débat dans le recueil de W. Buckley (Ed.) «Modern Systems Research for the Behavioral Scientist», Aldine Pub. Cy - Chicago, 1968, pp. 221-242.

13. Pour une synthèse documentée en langue française sur l'histoire de l'Intelligence Artificielle et des Sciences de la Cognition, je renvoie à mon article : «Genèse de quelques nouvelles sciences : de l'Intelligence Artificielle aux sciences de la cognition», dans J.L. Le Moigne (Ed.), «Intelligence des mécanismes, mécanismes de l'intelligence», Ed. Fayard, Fondation Diderot, Paris, 1986.

qui survit encore dans cette liste !¹⁴ Ce n'est qu'en 1968 semble-t-il que paraîtra la première étude visant à proposer une épistémologie de la Cybernétique due à S. Papert et demandée par J. Piaget¹⁵. L'exercice était encore bien difficile, et je présume que son auteur n'est guère satisfait de cette réflexion plus descriptive qu'argumentée (la Cybernétique y est présumée «casée» entre la physique et la biologie : et la réflexion épistémologique fondatrice de N. Wiener et A. Rosenblueth restaurant la Téléologie au cœur de la démarche scientifique y est quasi ignorée). Son mérite principal fut peut-être d'avoir incité J. Piaget à formuler, en conclusion de ce recueil des discours sur l'épistémologie des différentes disciplines, un remarquable traité de l'Épistémologie constructiviste entendue dans sa généralité, traité auquel nous nous référerons en conclusion pour assurer sans appréhension ni réserve, le sérieux scientifique de nos nouvelles sciences... et même celui de la plus ancienne et la moins assurée d'entre elles, la Cybernétique (qui faillit bien rétrograder au modeste rang d'une discipline artistique¹⁶, à l'instar de la Science de la Peinture ou de la Science de la Musique, qui il y a deux siècles encore étaient des sciences, et parmi les plus nobles !).

1948-1958 : Sciences de Gestion, Sciences de la Computation, Sciences de l'Information

Il n'est pas sans intérêt pour notre propos de jalonner rapidement le bourgeonnement des nouvelles sciences au fil de cette période de quarante années, inaugurées par la publication en 1948, de «Cybernetics» (publication précédée en 1943 de celle du socle épistémologique proposé par N. Wiener et A. Rosenblueth : ce rappel apparaît aujourd'hui important : «ils savaient ce qu'ils faisaient». Leurs disciples, souvent l'oubliaient !).

La *Recherche Opérationnelle* trouva très tôt une respectabilité académique sous le label des *Sciences de Gestion (Management Scien-*

14. L'article «Science» de l'édition 1978 du Grand Robert est particulièrement significatif de la représentation que se font encore les cultures francophones de la (et des) scienc(s). L'informatique n'apparaît que dans le «supplément» (qui paraîtra peu après en 1978), est définie comme un «ensemble de techniques», mais pas comme une discipline scientifique si bien que la langue française semble ignorer alors l'équivalent des «computer-sciences» anglo-saxonnes.

15. S. Papert, «Épistémologie de la Cybernétique» suivi de «Remarques sur la finalité» dans l'encyclopédie Pleiade dirigée par J. Piaget sous le titre : «Logique et connaissance scientifique» (Ed. Gallimard, Paris, 1969).

16. L. Couffignal rendit peut-être un mauvais service à la Cybernétique en la définissant comme «l'art de rendre l'action efficace» (cf. p. ex. son «Que sais-je ?» consacré à la Cybernétique. PUF. 1963, p. 23). Non seulement parce que le concept d'action efficace est particulièrement ambigu, mais surtout peut-être parce qu'en la présentant comme un art, il dissuadait implicitement les institutions scientifiques de la prendre au sérieux.

ces) qui dès 1952 se démarquent définitivement d'une *Organisation Scientifique (Scientific Management)* qui n'avait de scientifique que le nom (dissimulant les idéologies pauvres dérivées des taylorismes). Les *sciences de la computation (computer sciences)*¹⁷ apparaissent également très vite par la conjonction prévisible de la cybernétique (N. Wiener), des sciences de la Transmission (C. Shannon) et du Traitement (J. von Neumann) du Signal et de l'Information et des Logiques Formelles et Symboliques qui s'étaient affirmées dans les années 1920-1940 (Russel et Whitehead, A. Turing et A. Church...). La différenciation originale, observée dans les cultures anglo-saxonnes, entre les *sciences de la computation* et les *sciences du traitement de l'information* («Data processing sciences»), ne s'observera pas aussi spontanément en Europe, et en particulier en France.

Si en 1970, la «science informatique» prétend les intégrer, ce sera au prix d'une discussion épistémologique plus courageuse dans l'intention de son promoteur que convaincante dans son argumentation¹⁸.

1960 : les nouvelles «Sciences de la Décision»

Les *sciences de la décision*, se présentèrent d'emblée comme *nouvelles* en 1960, par le titre de l'ouvrage que leur principal initiateur H.A. Simon avait retenu pour les présenter¹⁹. Elles en sont que fort partiellement issues des développements de la Recherche Opérationnelle et des sciences de gestion : les *sciences de l'administration* ou les

17. La traduction française de «computer science» par «science informatique» suscite beaucoup de difficultés tant épistémologiques que pratiques, dès que l'on souhaite transférer les énoncés d'une langue scientifique dans l'autre. Je persiste à penser que *science informatique* traduit à peu près *Data processing science*, et qu'il nous faut en conséquence utiliser un autre nom pour traduire *computer science*; *Science de la computation*, voire *computique* est naturellement candidat, mais on sait qu'il en va des néologismes comme de la monnaie : les mauvais chassent les bons. Ceci d'autant plus qu'une nouvelle difficulté apparaît depuis peu avec la distinction récemment proposée par la littérature scientifique américaine, entre les *computer sciences* et les *computation sciences* : ce dernier néologisme traduisant plus volontiers ce que nous appelons aujourd'hui l'*Intelligence Artificielle* plutôt qu'une *science du calcul* tenue comme une branche de mathématiques. Ces considérations ne devraient pas apparaître comme stériles dans une communauté scientifique qui fait de la rigueur formelle son garde-fou intellectuel le plus sûr. Ce flou sémantique me semble révélateur de l'inculture épistémologique que l'on observe trop souvent dans les milieux de la recherche en informatique française et de l'indifférence symétrique des milieux de la recherche épistémologique. Il faut savoir gré à J. Arsac d'avoir montré l'exemple en explicitant sa position épistémologique dans la *Science Informatique* (Dunod, 1971). Mais il faut regretter que cette position n'ait pas été discutée (je la considère pour intenable dès lors qu'on lui demande de garantir des énoncés enseignables), pas plus que ne l'a été en France, la position épistémologique en effet différente affichée vers 1964 à Carnegie Mellon University, par H.A. Simon, A. Newell et J. Pearlis (j'en ai proposé une traduction et un commentaire qui me valut quelques curieuses inimitiés dans le n° 21 de AFCEET Interface, juillet 1984, pp. 28-29), position que J. Arsac récuse... mais sans argumenter sa critique. De tels débats ne méritent-ils pas d'être sérieusement repris et discutés pour l'honneur et pour l'avenir de la Science nouvelle ou pas !

18. Jacques Arsac, *La Science Informatique*, Dunod, 1971 (cf. note 17).

19. H.A. Simon : «the New Science of Management Decision», 1961, 3e édition complétée 1977, Prentice Hall inc Englewood Cliffs, N.J.

sciences de l'organisation industrielles et administratives s'étaient auto-instituées aux frontières des sciences économiques, des sciences politiques et des sciences sociales, pendant la guerre aux Etats-Unis, trouvant dans la thèse d'H.A. Simon (soutenue en 1943, publiée en 1947 pour prendre en compte les acquis de la théorie des jeux de J. von Neumann et O. Morgenstern, 1944), leur texte de référence ; elles allaient susciter en dix ans une exceptionnelle fermentation intellectuelle qui allait via la psychologie et la logique susciter l'émergence, en 1956, de l'Intelligence Artificielle discipline scientifique autonome, et pour une large part indépendante de la cybernétique²⁰ : l'histoire du désormais célèbre séminaire d'été de Dartmouth révèle la complexité de cette naissance de l'I.A. ; la Cybernétique et les Sciences de l'Organisation s'y rencontrent en présence de la Psychologie Cognitive alors débutante et des Logiques Symboliques, alors que la Bio-Neurologie que l'on croyait partie prenante sous la pression de W. Mc. Culloch, semble s'en éloigner. Bien que l'expression ne semble pas avoir été utilisée à l'époque, les – nouvelles – *sciences de l'Intelligence* apparaissent, proches des sciences de la Computation et nécessaires à l'émergence, peu après, des nouvelles Sciences de la Décision : en fécondant en quelque sorte les sciences de l'Organisation, elles engendraient les sciences de la Décision. Il faudra trente ans aux tenants de la Recherche Opérationnelle pour en convenir, sans doute parce qu'il était trop difficile pour une jeune nouvelle science (en 1960, la R.O. a moins de quinze ans) de convenir qu'elle ne constituait qu'une étape, et non plus l'ultime rameau d'un vaste processus d'innovation scientifique.

L'Heuristique, méthode scientifique ?

L'article par lequel H.A. Simon et A. Newell annoncèrent à la communauté scientifique qui se mobilisait autour du développement de la R.O. que... l'avenir de leur discipline était dans l'Intelligence Artificielle (*les heuristiques programmables* disaient-ils à l'époque) fut publié en 1958, (et violemment contesté sur le champ pour *non scientificité*) par un des maîtres de la R.O. d'alors, R. Bellman, le père de la *Programmation Dynamique*. Il aura fallu un quart de siècle de quasi stérilité théorique (entre 1960 et 1985, la R.O. comme d'ailleurs la Cybernétique, ne produira pratiquement pas de nouveaux énoncés enseignables, sauf peut-être dans le domaine pour elle longtemps marginal, de l'aide à la *décision multicritères*), pour que les institutions scientifiques qui supportent la discipline Recherche Opérationnelle

20. On trouvera dans une étude publiée en français : «quelques remarques historiques sur la science de la cognition» le témoignage direct de H.A. Simon sur cette histoire : voir A. Demailly et J.L. Le Moigne : «Sciences de l'Intelligence, Sciences de l'Artificiel, avec H.A. Simon», PUL, Lyon 1986, pp. 26-36.

conviennent de l'urgence d'un renouvellement par l'Intelligence Artificielle²¹. On m'autorisera ici un souvenir personnel : celui de l'opprobre suscité par mon intervention au Colloque de Cerisy en 1978 sur «*L'Avenir de la Recherche Opérationnelle*», consacré à «*l'Épistémologie de la R.O.*»²² : je concluais il est vrai que cette épistémologie était plus que légère et j'en appelais à une «Nouvelle R.O.» mieux assurée sur ces bases, plus volontiers *modélisatrice* qu'*optimisatrice* : celle-là même que l'on voit apparaître depuis peu au sein de l'IFORS qui réintègre peu à peu le domaine défini par la *nouvelle science de la Décision*. Il est vrai que ce dernier a connu une sorte d'habilitation institutionnelle, dont peu d'autres nouvelles sciences ont bénéficié depuis trente ans : l'attribution en 1978 du Prix Nobel de Sciences Économiques à H.A. Simon pour ses recherches sur les processus de décision donne aujourd'hui à cette nouvelle discipline un crédit qui fait encore défaut à beaucoup d'autres. Il est vrai qu'H.A. Simon est sans doute le chercheur qui consacre l'effort le plus persistant à assurer la légitimité épistémologique de ses travaux aussi divers soient-ils ; si cette discussion peut être aujourd'hui conduite avec assurance, c'est notamment parce qu'en 1969, H.A. Simon publiait un *manifeste épistémologique* des nouvelles sciences dont nous n'avons pas encore assez médité la richesse et la pertinence sous le titre alors provoquant des «Sciences de l'Artificiel»²³.

La «Nouvelle» Rhétorique : la Rationalité limitée est ouverte

Ce manifeste épistémologique était aussi un *manifeste méthodologique* : il désacralisait implicitement le primat exclusif de la *méthode analytique ou réductionniste, seule méthode scientifique*, et restaurait le statut du *Raisonnement plausible* (G. Polya), de l'*Ingénium* (G.B. Vico), de la *Nouvelle Rhétorique* (Ch. Perelman), de la *Logique*

21. On a mis en valeur cette évolution dans une brève étude «bilan» de la première Conférence Internationale consacrée à «l'Économie et l'Intelligence Artificielle» (Aix-en-Provence, 1986), publiée par Afcet Interfaces en Déc. 1986 : «Intelligence de l'Économie, Économie de l'Intelligence» de P. Bourguin et J.L. Le Moigne.

22. J.L. Le Moigne : «Sur l'épistémologie de la Recherche Opérationnelle», dans *l'Avenir de la Recherche Opérationnelle, pratiques et controverses*, Ed' Heurgon, Ed. Editions Hommes et Techniques, Paris 1979, pp. 19-32.

23. H.A. Simon : «The Sciences of the Artificial» 1ère édition 1969. Seconde édition complétée 1981, MIT Press, Cambridge Mass. J'ai établi une traduction de la première édition publiée en 1974 chez l'Epi Editeur. Paris, sous le titre, «La Science des systèmes, science de l'Artificiel». J'observe aujourd'hui que j'aurais dû traduire : «la science des systèmes et les sciences (au pluriel) de l'artificiel», ce passage au singulier ayant affaibli la richesse et la diversité du concept de «sciences de l'artificiel» (Ne pourrait-on pas les traduire aujourd'hui par «les sciences de l'ingénierie» ou par «les sciences du génie» comme le font les Québécois ?). Je maintiens en revanche qu'il est légitime de traduire «General System theory» par la «théorie du Système Général», et non pas par la «théorie générale des systèmes» au moins si l'on souhaite fonder la science des systèmes sur un construit épistémologique réfléchi.

Naturelle (J.B. Grize)²⁴ : reconnaissance du champ de la cognition, action de connaître par la *Raison délibérante*, levée de l'interdit des *indécidables* Russello-Hilbertien réduits au statut plus modeste des *algorithmiquement incalculables*.

En reconnaissant dans la Computation telle que l'avait définie A. Turing en 1936 une opération fondée sur l'hypothèse du *Système de symboles physiques* et non plus seulement sur celle de l'évidence des *nombres*, H.A. Simon et A. Newell²⁵ proposaient une ouverture qui nous permet désormais de produire des propositions enseignables dont nous pouvons à la fois *rendre raison et rendre compte* selon la belle formule d'H. Verin interprétant le comportement cognitif de l'ingénieur et du scientifique du XVII et du XVIII siècle²⁶. (Nous appelons cela aujourd'hui : les *formalisations des raisonnements* et les *représentations des connaissances* !). C'est sans surprise, que l'on rencontrera désormais cette invitation à mieux et plus raisonner librement sur la raison dans le raisonnement scientifique tant dans les textes d'H.A. Simon que dans ceux de J. Piaget et d'E. Morin (lesquels sont parvenus à ces mêmes réouvertures méthodologiques de la *bonne conduite de la Raison dans les Sciences* par les itinéraires sans doute différents, mais dont la convergence impressionne : que l'on relise le dernier texte de J. Piaget sur la *logique des significations*²⁷ ou les pages d'Edgar Morin sur les *fondements de la Dialogique*)²⁸.

On montrerait volontiers je crois que le paradigme de la Rationalité limitée («*Bounded Rationality*») par lequel H.A. Simon caractérise volontiers son œuvre est un *paradigme de la Rationalité Ouverte* : ouverte au champ des raisonnements intentionnels, plausibles, reproductibles, programmables : en suscitant un renouvellement de nos épistémologies, les nouvelles sciences renouvellent nos *discours de la Méthode* : G. Bachelard avait dès 1934 souligné cette interdépendance

24. Il faut se limiter ici à quelques références d'entrées à l'usage du lecteur qui n'aurait pas encore abordé ces œuvres essentielles mais encore peu diffusées.

— G. Polya : «les mathématiques du Raisonnement plausible» (trad. française de R. Vallée) 1954-1958, Gauthier, Villars, Paris.

— Ch. Perelman et L. Olbrechts-Tyteca : «Traité de l'Argumentation, la Nouvelle Rhétorique», 1970, Editions de l'Université de Bruxelles.

— J.B. Grize et Al. : «Essai de logique Naturelle, Ed. P. Lang, Berne, 1983.

25. A. Newell et H.A. Simon : «Computer Sciences as empirical symbols and search» (Turing Lecture) Communication of the A.C.M. 1976, vol. 19, n° 3, pp. 113-126.

26. H. Verin : «Rendre Raison et Rendre Compte. Convevoir et Evaluer : Recherches sur l'histoire de l'ingénieur du XV au XVIIIe siècle», N.R. GRASCE, UA CNRS 935, (Université d'Aix-Marseille III), n) STS 85-15, 1985.

27. J. Piaget : «The Constructivist Approach; Recent studies in genetic Epistemology» dans «Cahiers de la Fondation Archives Jean Piaget», n° 1, Avril 1980, pp. 3-7, (Université de Genève).

28. E. Morin : «La Méthode, Tome III, vol. 1, la Connaissance de la Connaissance», Ed. du Seuil Paris, pp. 182-185.

le *Nouvel Esprit Scientifique* appelle une *Epistémologie non-cartésienne* et donc d'autres *méthodes pour bien conduire sa raison* que l'analytique et la réductionniste. C'est bien une *Nouvelle Rhétorique* que les nouvelles épistémologies suscitent pour assurer la recherche scientifique contemporaine dans sa production d'énoncés enseignables.

1974-1985 : une deuxième génération de Nouvelles Sciences ?

Avant de poursuivre cette histoire contemporaine au delà de la parution des «Sciences de l'Artificiel» en 1969, il nous faut rapidement mentionner quelques autres repères de cette histoire contemporaine des nouvelles sciences passant rapidement sur celles dont le développement est si enchevêtré dans ceux des sciences sociales (*sciences de l'Education, sciences de l'Information-Documentation, sciences de la Planification et de l'Aménagement...*) et des sciences de la vie (*Immunologie, Neurosciences...*) qu'on hésite souvent à les tenir pour nouvelles, on devra pourtant reconnaître la progressive apparition à partir de 1968 d'une *deuxième génération de nouvelles sciences* dont le statut ne se définira peut-être pas dans les mêmes termes. Lorsqu'H.A. Simon propose, en 1968, de reconnaître pour également scientifique les *sciences fondamentales de l'artificiel et de la conception*, lorsqu'en 1981, E. Morin interroge : «*Peut-on concevoir une science de l'autonomie ?*»... et répond affirmativement²⁹, lorsqu'en 1984 l'Université des Nations Unies organise un colloque sur *Les Sciences de la Complexité*³⁰, lorsque l'on peut, en 1986, publier sans susciter l'étonnement un gros recueil sous le titre «*Sciences de l'Intelligence, Sciences de l'Artificiel*»³¹, on est fondé à s'interroger sur le statut de ces *nouvelles... nouvelles sciences* : la Communication, l'Information, l'Organisation, la Computation, la Décision, constituent-elles des domaines passibles d'investigation scientifique homogènes à l'Artificialité, l'Autonomie, la Complexité, l'Intelligence ou les Systèmes ?

Le renouvellement épistémologique requis par les sciences classiques

La question suggère certes une réflexion épistémologique d'autant plus complexe qu'elle devra prendre en compte le profond renouvellement des paradigmes fondateurs des sciences classiques : la Physique Quantique, la Biologie Moléculaire ou la Psycho-Linguistique posent

29. E. Morin : «Peut-on concevoir une science de l'autonomie ?», Cahiers Internationaux de Sociologie, Vol. LXXI, Et dans «Sciences avec Conscience», Ed. Fayard, Paris, 1982, pp. 190-202.

30. Université des Nations Unies : «Science et pratique de la Complexité», La Documentation française, Paris, 1986.

31. Cf. référence en note (20).

aux épistémologies positivistes et néopositivistes qui assurent depuis un siècle les disciplines classiques, des questions difficiles suscitant aujourd'hui des débats auxquels les *nouvelles sciences* ne peuvent rester étrangères ; les réponses de quelques physiciens et biologistes contemporains réputés tels que B. d'Espagnat³², I. Prigogine³³, F. Jacob³⁴, H. Atlan³⁵ peuvent ne pas nous satisfaire, mais les questions qu'ils posent aux sciences classiques en les interrogeant sur les conditions de validation de leurs énoncés enseignables concernent directement le statut épistémologique des nouvelles sciences que l'on a plus particulièrement reconsidéré ici. On ne rappelle ce contexte que pour éclairer les conditions de ce qui semble être une transition importante dans l'histoire récente des *nouvelles sciences*.

Science de la Cognition et Epistémologie Expérimentale

Il semble en effet que l'institutionnalisation des *sciences de la cognition* (ou de la Noologie³⁶) à partir de 1976³⁷ intervient comme le révélateur d'un changement de référentiel épistémologique rendant peut-être obsolète les rares efforts antérieurs visant à assurer le statut épistémologique des toutes premières *nouvelles sciences* de la première génération (1948-1976... puisque, par leur définition même, les sciences de la Cognition relèvent aussi de la seconde vague de cette génération, au même titre que les *sciences de la Communication* ou que les *sciences de la Décision*) : c'est Herbert Simon qui le premier je crois attira l'attention sur ce phénomène par un article au titre délibérément provocant : «*Les sciences de la Cognition : les plus nouvelles des sciences de l'Artificiel*» : que la cognition ne soit pas... naturellement... un phénomène naturel, et qu'elle puisse être dès lors appréhendés comme un système artificiel capable d'adaptations inventives finalisées et finalisantes, constituaient un énoncé quasi blasphématoire pour un positivisme établi³⁸. Pourtant elle s'argumente fort correctement et consti-

32. B. d'Espagnat : «A la recherche du réel», Gauthier, Villars, Paris, 1979.

33. I. Prigogine et I. Stengers, «La Nouvelle alliance métamorphose de la science», Ed. Gallimard, Paris, 1979.

34. F. Jacob : «Le jeu des possibles», Ed. Fayard, Paris, 1981.

35. H. Atlan : «A tort et à Raison», Ed. du Seuil, Paris, 1986.

36. L'expression Noologie, science des choses de l'esprit fut reprise par E. Morin vers 1981 : il la charge peut-être d'un projet plus ambitieux que celui déjà immense des sciences de la cognition, ce qui n'explique pas l'indifférence des communautés scientifiques concernées.

37. L'institutionnalisation des sciences de la cognition semble quasi exemplaire et peut être daté avec une grande précision entre 1975 et 1978. Voir l'article présenté en note 13.

38. On montrerait par exemple, en reprenant l'argumentation d'H.A. Simon (publiée dans la revue Cognitive Science, 1980, vol. 4, pp. 33-46), que l'on peut par symétrie, légitimer une *science du Droit* qui serait peut-être la plus ancienne des sciences de l'artificiel ! Proposition sans doute provocante pour les tenants du *Positivisme Juridique* (Kelsen) ou du *Droit Naturel*.

tue même une hypothèse féconde qui guide déjà la spéculation vers l'observation et l'invention (plutôt que l'expérimentation : on invente des mémoires artificielles associatives plus qu'on ne les expérimente). Cette argumentation a conduit à dégager récemment l'idée véritablement nouvelle d'une «*épistémologie expérimentale*»³⁹, autrement d'une sorte de circuit court entre les processus de validation ou d'expérimentation et les processus de production des connaissances. Nous ne raisonnons, communiquons et percevons nos énoncés enseignables que par des modèles que nous raisonnons, communiquons et percevons, disait à peu près Paul Valéry méditant sur la méthode de Léonard de Vinci : Paul Valéry dont on montrerait volontiers qu'à l'instar de G.B. Vico, il est, plus que le précurseur, le véritable fondateur de l'épistémologie des sciences du génie qu'ici nous le reconnaissons⁴⁰.

Les nouvelles Sciences sont-elles «falsifiables» ?

Dès lors, si l'épistémologie peut être expérimentale (ce que tout scientifique peut expérimenter sans danger sur lui-même !), elle n'est plus nécessairement astreinte à se définir comme une *méta-science*, une discipline scientifique à part, *au dessus* des autres, comme le tribunal est au-dessus des parties (statut que les dictionnaires entérinaient en 1978, n'inscrivant pas l'Épistémologie dans la liste des deux cent dix principales sciences, alors qu'ils y reconnaissaient une place pour la méta-mathématique). Si la science est son œuvre à elle-même, dans les termes auto-référentiels que proposait déjà G.B. Vico, les conditions de validation des énoncés enseignables se transforment : il n'y a peut être plus une vérité garantie que la science découvrira si elle veille à n'utiliser exclusivement que le mode d'emploi (la *méthode scientifique*) assermenté par la *véritable* épistémologie ?

L'existence, voire l'évidence, de cette *bonne* épistémologie garante de la vérité des énoncés scientifiques, s'était affirmée en Occident par une difficile substitution du concept de *vérité mythique* (ou religieuse) par celui de vérité scientifique : Descartes, Auguste Comte, Claude Bernard, les Néo-Positivistes viennois jalonnent une conquête qui s'achève il y a peu avec le «*Enfin Karl Popper vint*» par lequel Jacques Monod introduisait en France le «*le critère pour évaluer la scienti-*

39. La formule est proposée, indépendamment semble-t-il par M. Borillo dans «*Informatique pour les sciences de l'homme*», P. Madarga, Ed. Bruxelles, 1984, et par F. Varela : «*Experimental Epistemology : Background and future*» dans les Cahiers du CREA, no 9, mars 1986, Paris, Ecole Polytechnique.

40. Voir notamment : J. Robinson Valery (Ed.) : «*Fonctions de l'Esprit : Treize savants redécouvrent Paul Valéry*», Ed. Hermann, Paris, 1983 (avec des études de J. Dieudonné, R. Thom, I. Prigogine, A. Lichnerowicz, B. d'Espagnat, J. Bernard, etc...) Ce dossier me semble très important pour cautionner une épistémologie constructiviste au sein des institutions scientifiques jusqu'ici exclusivement inspirées par les positivismes.

ficité d'un énoncé : le critère de démarcation ou de falsifiabilité»⁴¹.

Il semblait difficile, jusqu'à ces toutes dernières années, de prétendre légitimer une proposition scientifique quelconque sans faire référence à cette épistémologie qu'Henri Atlan appelle correctement «*post-néo-positiviste*»⁴² sous la bannière de laquelle il veille à se ranger afin de parvenir à «*séparer avec raison la Science du Mythe*»... une épistémologie qui, bien sûr, autorise malaisément la reconnaissance, même contingente, de cette éventuelle épistémologie expérimentale que les biens jeunes sciences de la cognition semblent vouloir revendiquer.

Les tenants des nouvelles sciences prêtèrent peu d'attention au risque de retour du boomerang suscité par une interpellation (qu'ils percevaient complice, et qui voulait l'être), formulée en 1977 par un épistémologue réputé, tenant passionné d'une conception ontologique de la science des systèmes (les systèmes sont dans la nature, et ont donc réalité substantielle), Mario Bunge. Celui-ci soulignait pour la première fois à ma connaissance, le *défi de la science des systèmes à l'épistémologie classique*⁴³. Peut-elle être vraiment scientifique cette science «*qui ne conduit pas à des prédictions précises et dont les énoncés ne sont ni confirmables ni réfutables ?*» Puisque nous la voulons vraiment scientifique, il n'y a pas d'autres issues que de changer le référentiel d'évaluation. Après tout, assure Mario Bunge, ne faut-il pas déjà le faire pour *certifier* la Physique Quantique ou la Théorie de l'Évolution ? «*La Systémique ne fait que donner «le coup de grâce» (en français dans le texte), aux épistémologies et aux méthodologies classiques*» (p. 36) ! L'argument est fort, mais la substitution qu'il propose d'une *ontologie scientifique à l'épistémologie scientifique* laisse, comme il

41. La préface de J. Monod à la traduction française de «*La Logique de la Découverte Scientifique*», de K. Popper révèle une prise de conscience de la communauté scientifique s'interrogeant avec surprise sur le socle épistémologique présumé caution de sa légitimité. On ne caricature pas trop le propos en le présentant sur le ton du «*ouf, grâce à Popper, et à son critère de falsifiabilité, notre légitimité scientifique est enfin garantie, et on ne risque plus d'assimiler le sérieux de la Biologie et de la Physique à celui de la Psychanalyse ou du Marxisme*». Lorsqu'il écrit cette préface, en Août 1972, J. Monod ne s'interroge manifestement pas sur le statut (au regard de ce critère de démarcation) de la Cybernétique ou de l'Informatique, qu'avec F. Jacob il avait pourtant «*exploitées*» de façon si féconde pour enrichir la biologie moléculaire. Peut-être faut-il interroger encore la qualité de la culture épistémologique des scientifiques contemporains ? Comment un des chercheurs les plus éminents et les plus stimulants tel que J. Monod pouvait-il écrire en 1972 : «*La philosophie française qui semble ne s'être largement ouverte qu'aux plus obscures extravagances de la métaphysique allemande*», alors qu'il disposait — et que très probablement il méconnaissait — des œuvres épistémologiques fondamentales pour son propos et pour le notre de G. Bachelard (*Le Nouvel Esprit Scientifique*) date de 1934 et est donc contemporain de la «*Logique de la Découverte Scientifique*» qui parut pour la première fois en Autriche en 1935), de G. Canguilhem (qui publiait en 1961 un article qui aurait du concerner un biologiste : «*Modèles et analogies dans la découverte en biologie*») ou de J. Piaget, dont l'encyclopédie épistémologique parut en 1968 (Pléiade, cf. note 15, peu après «*Biologie et Connaissance*», 1967) ?

42. H. Atlan : «*A tort ou à Raison*», 1986, p. 16.

43. M. Bunge : «*The GST Challenge to the classical philosophies of science*», dans «*International Journal of General Systems*», vol. 4, no 1, 1977, pp. 29-37.

le craint en conclusion, *le chercheur en situation inconfortable* : il ne suffit pas de lui dire que, scientifique, il doit aussi être philosophe, pour que les énoncés qu'il produit soient par là-même valides !... (On montrerait sans doute que la position de B. d'Espagnat, par exemple qui affirme la supériorité de *Réalisme* sur le *Positivism*⁴⁴ n'est pas très différente dans son principe, dans son incomplétude et surtout dans *l'inconfort intellectuel* qu'elle impose du chercheur).

Pouvons-nous nous satisfaire de ce compromis intellectuel – d'aucun diraient de ce laxisme – qui consiste apparemment à reculer un peu les limites de la rigueur scientifique quant à la définition des procédures de validation simplement parce que le domaine d'intérêt de telle ou telle nouvelle science est cher à tel chercheur ou à tel industriel ? Pouvons-nous revendiquer des contrats de recherche et des chaires universitaires pour assurer nos disciplines préférées, sans nous assurer aussi au mieux de notre raison, des conditions de validation des énoncés présumés enseignables que nous produisons et produisons ? Est-il légitime de s'abriter plus longtemps dans l'ombre épistémologique – elle-même quelque peu incertaine désormais – des disciplines scientifiques anciennes et peu contestées ? Est-ce là bonne déontologie ? Que le triste exemple de la phrénologie avive notre inquiétude, ne risquons nous pas délibérément de jouer aux apprentis sorciers, les victimes ici étant la Société humaine sinon sa Planète. N'est-il pas compréhensible que le génie génétique, comme le génie nucléaire ou le génie informatique, suscite des comités d'éthiques, tant les carences épistémologiques de ces jeunes disciplines deviennent patentes pour nous sociétés : « Ils ne savent pas ce qu'ils font et ils ne s'en aperçoivent même pas » !

Systémique et Epistémologie constructiviste

Ce sera je crois l'honneur de la Systémique que d'avoir, dès ses premières ébauches et malgré bien des quolibets (« assez de blabla, on veut des recettes qui marchent »), su maintenir fermement le cap d'une réflexion épistémologique insistante. Longtemps aux confins des épistémologies néo-positivistes alors dominantes (L. von Bertalanffy ou M. Bunge, en environnement anglo saxon, P. Delattre⁴⁵ en environnement francophone, en sont probablement les théoriciens les plus éminents). Mais aussi de façon très innovatrice et courageuse : même si c'était en 1968, sous la bannière du *Structuralisme* plutôt que celle de

44. B. d'Espagnat : « A la recherche du Réel », 1979, p. 13.

45. P. Delattre : « Théorie des systèmes et épistémologie », dans J. Lesourne (Ed.), « La notion de système dans les sciences contemporaines », Tome II, Ed. de la Librairie de l'Université, Aix-en-Provence, 1981, pp.1-82.

la *Systémique*, qui n'avait pas encore de statut scientifique visible, la restauration par J. Piaget des épistémologies constructivistes qu'il formulait⁴⁶ sur un socle posé en 1934 par G. Bachelard⁴⁷, propose aux nouvelles sciences contemporaines un cadre de validation solide et argumenté : échappant à l'asphyxiant dualisme cartésien, privilégiant l'interaction du sujet observant et de l'objet observé plutôt que leur absolue séparation, tenant la connaissance pour un *projet construit* plutôt qu'un *objet donné*, un solide référentiel était désormais ouvert, pour et par la Systémique s'interrogeant sur son propre projet, à la validation des énoncés de tous les énoncés ; qu'ils soient produits, des nouvelles sciences comme des sciences classiques, débridant en quelque sorte ces dernières du carcan devenu sclérosant, des divers positivismes, furent-ils néo – ou post ! – Plutôt que de condenser ici un exposé du noyau des épistémologies constructivistes, largement présenté dans les textes de J. Piaget (que bien des scientifiques éminents et soucieux d'afficher leur culture épistémologique tardent encore à lire), je peux succinctement porter un témoignage utile pour l'histoire des nouvelles sciences ; j'avais en 1979, produit un gros article sous le titre « *Epistémologie et Systémique* »⁴⁸ qui m'avait permis de faire le point de mes lectures et de mes réflexions sur la légitimation épistémologique des énoncés de la systémique : il s'agissait en pratique d'ouvrir le deuxième panneau (la Systémique comme *science constructive*), panneau d'un dyptique dont P. Delattre venait d'établir le premier (la Systémique comme *science positive*). J. Paillard avait, à mon insu, transmis ce texte à J. Piaget, dans l'environnement de qui il travaillait souvent : il présumait que ce type de réflexion – alors particulièrement rare – intéresserait « *Le Patron* » du Centre d'Epistémologie Génétique de Genève (ainsi le nommaient affectueusement et respectueusement les membres fidèles du Centre). Ce qui, en effet fut le cas : une longue lettre et une invitation à venir présenter ce travail au dernier séminaire que J. Piaget allait organiser à Genève en 1980, quelques semaines avant sa mort me témoignèrent de l'importance qu'il attachait à cette entreprise de reconstruction épistémologique, adaptant la science contemporaine à la production de *connaissances-processus* plutôt qu'à la découverte de savoirs stables.

Les Nouvelles Sciences (la Cybernétique jusque vers 1975, la Science des Systèmes ensuite) n'allaient pas seulement activer

46. J. Piaget (Ed.), « Logique et Connaissance Scientifique », Ed. Gallimard, Pleiade, 1969, voir en particulier la dernière partie (pp. 1149-1270) rédigée par J. Piaget.

47. G. Bachelard : « Le nouvel Esprit Scientifique », PUF Paris, 1934 ; et « La Formation de l'Esprit Scientifique », Ed. J. Vrin, Paris, 1938.

48. J.L. Le Moigne : « Epistémologie et Systémique » dans J. Lesourne (Ed.), « La Notion de système dans les sciences contemporaines », 1981, Ed. de la Librairie de l'Université Aix-en-Provence, 1981, pp.149-316.

pour notre enrichissement commun la réflexion épistémologique de J. Piaget : elles allaient dans les mêmes années 1965-1980 provoquer les entreprises étonnamment interactives de H.A. Simon et celle plus synthétique encore d'E. Morin.

Les Sciences de l'Artificiel, Sciences fondamentales de l'Ingénierie

H.A. Simon est sans contexte le chercheur scientifique contemporain le plus soucieux d'argumenter le sérieux épistémologique des «nouvelles sciences» tenu dans leur novation spécifique : c'est sans doute pour cela qu'il a tant contribué à les faire progresser (on lui «doit» les sciences modernes de l'administration, de la décision, de l'intelligence, de la conception, de la cognition, et à un niveau plus conceptuel encore, les sciences de l'artificiel); son élection en 1967 à l'Académie Américaine des Sciences et Arts constitue sans doute la première reconnaissance institutionnelle des nouvelles disciplines. A la différence de J. von Neumann, de N. Wiener ou de C. Shannon, il est un véritable «sabra», même s'il dispose de tous les titres requis pour être aussi un scientifique «classique» productif dans les champs balisés de la Science Economique, de la Science Politique ou de la Sociologie... tout autant qu'en Mécanique céleste (sa discussion de la notion de masse dans la mécanique newtonnienne, publiée en 1947, appartient aux grands textes de la philosophie des sciences mécaniques⁴⁹). On ne peut pas ne pas être surpris par l'importance et la permanence de sa réflexion épistémologique au fil de ces quarante dernières années : une réflexion qui accompagne et parfois précède l'émergence et le développement de nos nouvelles sciences, puisant dans l'histoire des sciences, dans les développements des logiques, dans une riche entreprise d'axiomatisation, les sources et les thèmes de son argumentation. Il importe, pour notre propos, de souligner les réticences d'ordre épistémologiques qu'il manifesta longtemps à l'égard de la Cybernétique et surtout de la «théorie des systèmes» dans sa formulation antérieure à 1970 : la tentation était trop grande alors de protéger derrière la voile d'analogies bio et écologiques un discours «généraliste» qui ne différenciait guère l'explication naturaliste de la modélisation artificieuse. La publication en 1969, de «*The Sciences of the Artificial*» va nous valoir le premier exposé construit d'une épistémologie assurant les nouvelles sciences (et en particulier l'*Intelligence Artificielle*, qui atteignait alors sa maturité institutionnelle) dans leur autonomie créatrice : non plus des applications (ou des carrefours) de sciences naturelles et positives tenues pour fondamentales, mais des disciplines, également fondamentales (et également «applicables» dès lors que l'on

49. H.A. Simon : «The Axioms of Newtonian mechanics», 1947, repris dans «Models of discovery», D. Reidel Pub. Co, Dordrecht, Holland, 1977.

reconnait le caractère à la fois construit et constructif de toute connaissance raisonnée par l'homme. (L'édition complétée de 1981 renforcera et étendra cette argumentation des domaines de la cognition et de l'intelligence à ceux de l'organisation et de l'évolution).

Cette publication va aussi permettre de prendre acte de la maturation de la science des systèmes (telle que nous l'entendons aujourd'hui). H.A. Simon acceptera en 1972 que la traduction japonaise puis la traduction française de *The Sciences of the Artificial*, en élargissent délibérément le titre «*La Science des systèmes, science de l'artificiel*»⁵⁰. L'épistémologie constructiviste, dans les formulations duales de J. Piaget et de H.A. Simon qui s'explicitent ainsi vers 1968 – c'est-à-dire au moment où la science des systèmes se développe en discipline originale à partir de la «vague»⁵¹ «*Théorie générale des systèmes*» – va désormais constituer le socle concurrent (ou complémentaire) des épistémologies positivistes – jusqu'alors trop exclusives : les nouvelles sciences y trouveront désormais les axiomatiques et les logiques qui leur permettront d'expliciter les procédures de validation de leurs énoncés enseignables.

Science et complexité : cette lutte avec l'Ange

Faut-il considérer que l'histoire des épistémologies constructivistes évolue déjà comme les épistémologies positivistes devinrent «néo» puis «post-néo» ? Nous ne disposons sans doute pas encore d'un recul suffisant. Mais l'examen de l'évolution des concepts de Science et de Rationalité dans les sociétés contemporaines depuis quinze ans révèle une vitalité que disent les mots et que va organiser pour nous l'œuvre impressionnante d'Edgar Morin : *Epistémologie génétique, épistémologie constructiviste, épistémologie systémique, épistémologie de l'autonomie, épistémologie de la complexité...* D'autres qualificatifs peut être émergeront bientôt, retrouvant cette épistémologie de l'ingénium que G.B. Vico opposait à l'épistémologie de l'analyse cartésienne : sciences fondamentales de l'Ingénierie, sciences de la Conception, sciences du Génie, sciences de l'Artificiel, nos nouvelles sciences cessent désormais d'être nouvelles : elles ont su faire émerger, à force d'ascèse, un socle épistémologique qui permet de différencier plus délibérément la Science du Mythe mieux peut-être que ne le peuvent les réductionnismes et les positivismes encore régnant dans les institutions scientifiques européennes. Les premiers tomes de «*La Méthode*» d'Edgar Morin

50. J'ai indiqué cf. note 23, que la formule «La Science des systèmes et les sciences de l'artificiel» aurait sans doute été plus satisfaisante.

51. Allusion à la phrase de J. Monod, évoquant dans «le Hasard et la Nécessité une «vague théorie générale des systèmes» de von Bertalanffy»... qui ne saurait à ses yeux, constituer une base épistémologique solide.

nous proposent aujourd'hui le *Discours pour les Nouvelles Sciences* que nous pouvons et devons revendiquer pour assurer notre droit à produire et à valider des énoncés enseignables. A condition bien sûr que nous ayons sans cesse l'exigence intérieure de cette prométhéenne ambition : «*Et avant que le chercheur ne se livre à cette lutte avec l'ange, un peu d'ascèse ne lui serait sans doute pas inutile*»⁵².

N'y a-t-il pas urgence ?

52. Conclusion de R. Thom à son article «La Science malgré tout» dans l'«Organum» de l'Encyclopedia Universalis (repris dans le volume «Enjeux» de la Nouvelle Edition).

LEVELS OF LOGIC AND OF ABSTRACTION AND THE METASYSTEM PARADIGM

J.P. van GIGCH

California State University¹

Abstract

The metasystem paradigm generates an effective methodology to induce the process of critical thinking. The sequential processes of reasoning used to produce understanding can best be conceived as taking place at differentiated levels of logic and of abstraction, in a hierarchy of reasoning processes encompassing description, explanation, prediction, understanding and, finally, innovation and knowledge creation. The importance and the role of the hierarchies of logic and of abstraction in Critical Thinking are described and emphasized.

Résumé

Le paradigme des métasystèmes génère une méthodologie qui se prête à décrire le processus de la réflexion critique. Le déroulement de la pensée peut se comprendre comme une série d'opérations qui prennent lieu à différents niveaux de logique et d'abstraction. On peut donc concevoir une hiérarchie de procédés de réflexion qui produisent, à tour de rôle, la description, l'explication, la compréhension, et finalement, l'innovation et la création de nouvelles connaissances. L'importance et le rôle des hiérarchies de logique et d'abstraction dans le développement de la réflexion critique sont décrits et discutés.

The Metasystem Paradigm (van Gigch, 1987a & 1987b) is derived from the Systems Paradigm (van Gigch, 1978). It postulates all the biological-behavioral assumptions of the latter and, in addition, views the organization as a recursive hierarchy of control systems. Each

1. School of Business and Public Administration, Sacramento, 95819, Etats-Unis.